

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 05011131  
PUBLICATION DATE : 19-01-93

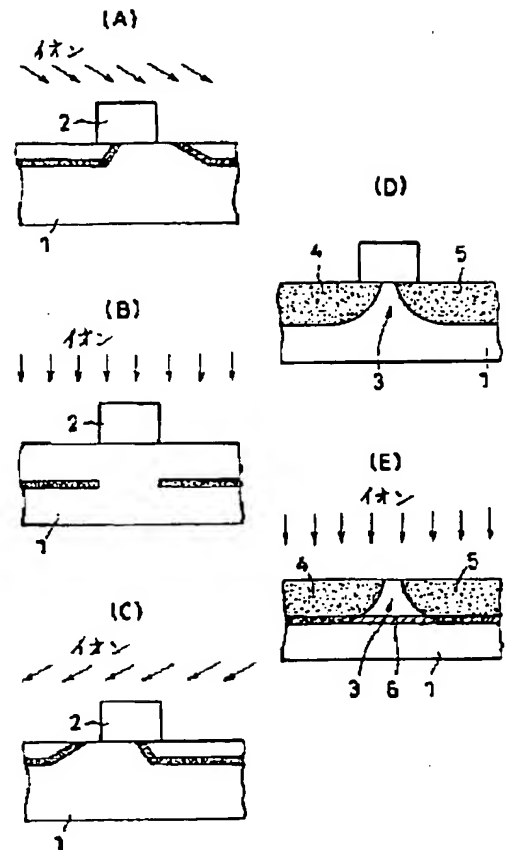
APPLICATION DATE : 04-07-91  
APPLICATION NUMBER : 03164413

APPLICANT : SHIMADZU CORP;

INVENTOR : NAKANISHI HIROAKI;

INT.CL. : G02B 6/12

TITLE : PRODUCTION OF OPTICAL  
WAVEGUIDE PATH



ABSTRACT : PURPOSE: To provide the method for obtaining flush type three-dimensional optical waveguides path by one to two times of ion implantation with single energy.

CONSTITUTION: A non-ion implanted layer 3 enclosed with a low-refractive index layer is formed within a substrate 1 by a stage for implanting the ions with which the low-refractive index layer is obtainable by implantation in the state of mounting a mask 2 onto the substrate 1 while continuously changing the substrate angle with the ion incident direction and a stage of executing the ion implantation in the non-mounting state of the mask 2. The similar non-ion implanted layer 3 is obtd. by one time of implantation if the sectional shape of the mask 2 is formed to an approximately trapezoidal shape shorter on the lower bottom than the upper bottom and the ion implantation is executed while the angle of the substrate 1 is continuously changed.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-11131

(43) 公開日 平成5年(1993)1月19日

(51) Int.Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 6/12

M 7036-2K

審査請求 未請求 請求項の数2(全5頁)

(21) 出願番号 特願平3-164413

(22) 出願日 平成3年(1991)7月4日

(71) 出願人 000001993

株式会社島津製作所

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

(72) 発明者 中西 博昭

京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会

社島津製作所三条工場内

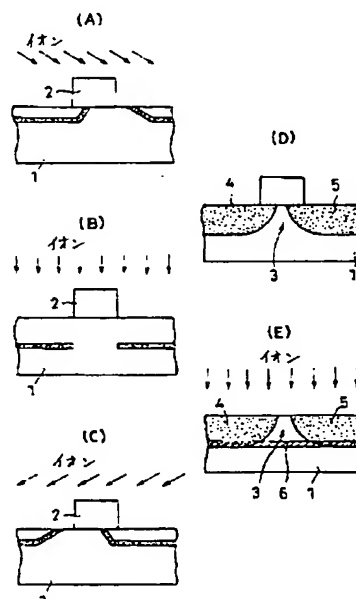
(74) 代理人 弁理士 西田 新

(54) 【発明の名称】 光導波路の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 単一エネルギーで1~2回のイオン注入により、埋め込み形三次元光導波路を高スループットで得る方法を提供する。

【構成】 マスクを基板上に装着した状態で、注入により低屈折率層が得られるイオンを、イオン入射方向に対する基板角度を連続的に変化させつつ注入する工程と、マスク非装着状態でイオン注入する工程により、基板内に低屈折率層で囲まれたイオン非注入層を得る。また、マスク断面形状を下底が上底よりも短い略台形として、基板角度を連続的に変化させつつイオン注入すること、一度の注入により同様なイオン非注入層を得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定形状のマスクを基板上に装着した状態で、この基板に対し注入によりその飛程の近傍層が低屈折率となるイオンを、イオンの入射方向に対する基板の角度を連続的に変化させつつ注入する工程と、基板にマスクを装着しない状態で上記イオンを注入する工程により、基板内に低屈折率部で囲まれたイオン非注入部を形成する光導波路の製造方法。

【請求項2】 下底が上底よりも短い略台形状の断面形状を有するマスクを基板状に装着した状態で、この基板に対し注入によりその飛程の近傍層が低屈折率となるイオンを、イオンの入射方向に対する基板の角度を連続的に変化させつつ注入することにより、基板内の上記マスク装着部下方部分に、低屈折率部で囲まれたイオン非注入部を形成する光導波路の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光集積回路を構成する基本素子の一つである光導波路とその製造方法に関し、更に詳しくは、埋め込み形三次元光導波路とその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 光変調、スイッチング等の機能を有する導波光デバイスにおいては、図4に示すように、導波層の厚さ(x)方向と幅(y)方向に同時に光波を閉じ込める形の三次元光導波路を利用する。この三次元光導波路にはいくつかの構造が存在するが、その中でも埋め込み形は、平滑な光導波路面でしかも低損失な光導波路が得られることが特徴である。

【0003】 埋め込み形三次元光導波路の製造方法としては、従来、大別して2つの方法が知られている。第1の方法は選択的熱拡散法と称され、図4に示すように、誘電体等により形成された基板70内の、導波路を形成すべき部分(図に斜線部で示す)に、Ti等を拡散させることによって高屈折率部を形成する方法である。

【0004】 第2の方法は、注入により飛程の近傍層が低屈折率となる酸素やヘリウム等のイオンを、基板内の導波路形成部以外の箇所に注入して、導波路形成部分の屈折率を相対的に高くする方法である。このようなイオン注入による埋め込み形三次元光導波路の従来の製造手順を図5に例示する。

【0005】 まず(A)に示すように、基板80にマスクを装着せずに所定のエネルギーでイオン注入し、導波路の底面部分を形成する。次に(B)に示すように、マスク81を装着し、そのマスク81を介してエネルギーを数段階に変化させてイオン注入を行うことによりイオンの飛程を種々に変化させ、全体として(C)に示すような低屈折率部82で囲まれた光導波路(高屈折率部)83を得る。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上記した2つの製造方法のうち、第1の方法は、拡散の制御が困難であり、必要とするディメンジョンの導波路を再現性良く得るのは極めて困難である。第2の方法は、注入イオンの飛程を計算することによりシミュレーションが容易で、ほぼ設計通りのディメンジョンの導波路が再現性良く得られる。しかし、従来のイオン注入を利用した製造方法では、エネルギーを数段階にわけてイオン注入を行う図5(B)の工程は、実際にはエネルギーを変化させるごとにイオン注入装置の調整が必要となり、工程数が多くなって製造に長時間を要すると同時に、スルーボットの点でも問題がある。

【0007】 本発明の目的は、単一エネルギーのイオン注入でよく、しかもそのイオン注入回数が少なく、簡単な工程によって高スルーボットで製造可能な埋め込み形三次元光導波路およびその製造方法を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するため、本発明の第1の製造方法は、所定形状のマスクを基板上に装着した状態で、この基板に対し注入によりその飛程の近傍層が低屈折率となるイオンを、イオンの入射方向に対する基板の角度を連続的に変化させつつ注入する工程と、基板にマスクを装着しない状態で上記イオンを注入する工程により、基板内に低屈折率部で囲まれたイオン非注入部(相対的高屈折率部)を形成することによって特徴付けられる。

【0009】 また、本発明の第2の製造方法は、下底が上底よりも短い略台形状の断面形状を有するマスクを基板状に装着した状態で、この基板に対し注入によりその飛程の近傍層が低屈折率となるイオンを、イオンの入射方向に対する基板の角度を連続的に変化させつつ注入することにより、基板内の上記マスク装着部下方部分に、低屈折率部で囲まれたイオン非注入部(相対的高屈折率部)を形成することによって特徴付けられる。

## 【0010】

【作用】 一定エネルギーのイオンを基板に注入した場合、その飛程はほぼ一定となる。従って、基板に対して垂直方向にイオンを注入した場合のイオン注入層の基板表面からの垂直距離に比して、同じエネルギーのイオンを基板に対して斜め方向に注入した場合のイオン注入層の基板表面からの垂直距離は、その傾斜角度に比例して短くなる。このことはマスクについても同様で、所定の形状のマスクを基板上に装着して垂直方向にイオンを注入した場合にそのイオンが基板に到達しなくても、同じマスクで同じエネルギーのイオンを斜め方向から注入した場合には、そのイオンがマスクを横切る距離が変化することになり、イオンは基板にまで到達する場合もある。

【0011】 本発明はこのことを利用している。図3は本発明の原理説明図である。

3

(A) に示すように、例えば断面矩形のマスクMを基板S上に装着した状態で所定エネルギーのイオンを基板Sに対して垂直方向に照射した場合には、図中L: で示すようなイオン注入層が得られるとする。

一方、(B) に示すように、同じマスクMを装着して同一のイオンを同じエネルギーで、基板Sに対して斜め方向から照射した場合には、図中L: で示すようなイオン注入層が得られる。

【0012】基板Sに対してマスクMを装着し、イオンの入射方向に対する基板Sの角度を連続的に変化させると、一定のエネルギーでイオンを打ち込んでもマスクMの下方部分を除いてその両側に深層から表面に至るまでのイオン注入層が得られる。第1の製造方法では、このようにしてイオン注入層を両側に形成する工程と、マスクMを装着せずにイオンを注入することにより基板Sの表面から所定の深さに一様なイオン注入層を形成する工程により、両側面および底部がイオン注入層（低屈折率層）で囲まれたイオン非注入部（相対的高屈折率層）を得る。

【0013】また、第2の方法では、マスクとして下底が上底よりも短い略台形上の断面形状を持つものを使用することにより、上記の第1の製造方法における両側のイオン注入層のマスク下方における端面形状を、基板の表面から深層に至るほど接近してやがて両側のイオン注入層が合体するようにすることで、第1の方法におけるマスクを装着しない状態での底面部のイオン注入層の形成工程を省略している。

【0014】

【実施例】 図1は本発明の第1の方法を用いた実施例の製造手順の説明図で、光導波路を光の進行方向に直交する方向に切断して示している。また、この図(A)～(C)においては、説明のために各状態でイオンが注入される領域のみを図示し、その各状態に至るまでに得られたイオン注入領域については図示を省略している。

【0015】この実施例では、 $\text{LiNbO}_3$  基板1に対し、注入によりその飛程近傍層が低屈折率となるHeイオンを打ち込む場合について述べる。まず、 $\text{LiNbO}_3$  基板1の表面に断面形状が矩形のマスク2を装着し、基板1をイオンの入射方向に対して一方側に傾けた状態から一定のエネルギーでイオン注入を開始し、(A)、(B)、(C)に示すようにその傾斜角度を連続的に変化させる。

【0016】これにより、(D)に示すように、マスク2の装着部の下方所定領域3を除いてその両側に、基板1の表面から所定の深さに至るまでのイオン注入層4と5が得られる。次に、(E)に示すように基板1上からマスク2を除去し、同じエネルギーでイオンを注入する。これにより、基板1の表面から一定の深さの一様なイオン注入層6が得られ、これにより、上記した領域3はその両側部および底部がイオン注入層4、5および6によって囲まれることになる。

4

【0017】各イオン注入層4、5および6はそれぞれ屈折率が当初の基板1の屈折率よりも低くなるから、領域3はその上面部が基板1の表面に達し、かつ、その両側部および底部が低屈折率部分で囲まれた相対的高屈折率層となって、光導波路として使用できる。なお、以上の実施例において、底部のイオン注入層6を形成する工程と、両側部のイオン注入層4、5を形成する工程との先後関係を逆転させてもよいことは勿論である。

【0018】次に第2の方法の実施例について述べる。図2はその手順説明図である。この図2の(A)～(C)においても、各状態においてイオン注入される領域のみを図示し、その各状態に至るまでに得られたイオン注入領域については説明の理解の容易化のために図示を省略している。この例においても、基板1と注入イオンは例えば上記した例と同様で、 $\text{LiNbO}_3$  基板とHeイオンを使用する。

【0019】この例では、断面形状が台形のマスク20を、下底が上底よりも短い状態にして基板1上に装着し、先の例と同様に基板1をイオンの入射方向に対して一方側に傾けた状態から一定のエネルギーでイオン注入を開始し、図2(A)、(B)、(C)に示す順でその傾斜角度を連続的に変化させる。マスク20の両側面が下に向かうほど接近するよう傾斜しているため、イオンの入射角度との関連で、例えば(A)に示す状態では、マスク20の左側の側面とほぼ平行にイオンが入射するので、そのイオンはマスク20に干渉されることなく、基板1の左側からマスク直下部分所定深さにまで到達することになる。

【0020】このことは(C)に示す状態でも同様で、マスク20の右側の側面とほぼ平行にイオンが入射することになって、基板1の右側からマスク直下部分所定深さにまでイオンが到達する。以上の結果、マスク20を装着した状態でイオンの入射角度を連続的に変化させつつイオン注入する1ステップの工程により、図2(D)に示すように、基板1には、マスク20の直下の断面略三角形の領域30を除いて、その周囲は基板1の表面を除く全周囲がイオン注入層40で囲まれることになって、領域30は低屈折率層40で囲まれた相対的高屈折率層となって、同様に光導波路として使用することができる。

【0021】なお、以上の各実施例において、マスクの材質は任意であり、通常のフォトリソ等を使用することができる。また、基板の材料およびイオン種は上記例に限定されず、上記した説明から明らかな必要とする各機能を有するものなら何でも使用できる。更に、マスクの形状や注入エネルギー等は、使用するマスクの材質に基づくイオン阻止能と絡めて前もってシミュレーションにより計算しておくことができる。

【0022】

【発明の効果】 以上説明したように、本発明によれば

ば、単一エネルギーのイオン注入により埋め込み形三次元光導波路を形成することができ、製造装置の走査が単純となるとともに、2回または1回のイオン注入工程で製造できるので、従来の製造方法を用いた場合に比して、製造工程が著しく簡略化され、製造時間を短縮できるばかりでなく、スループットを向上させることが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の方法の実施例の手順の説明図

【図2】 本発明の第2の方法の実施例の手順の説明図

【図3】 本発明の原理説明図

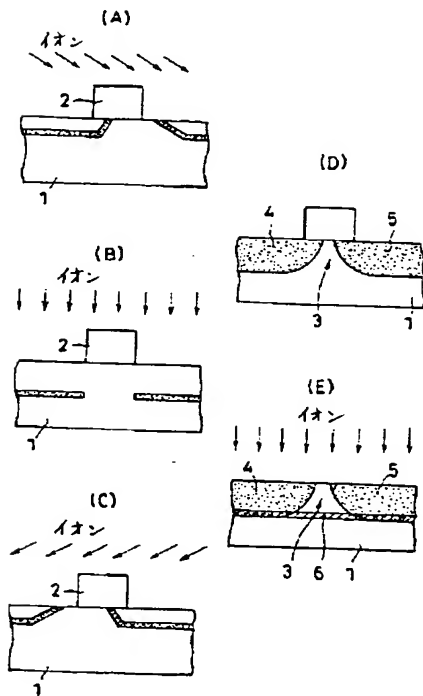
【図4】 埋め込み形三次元光導波路の説明図

【図5】 従来のイオン注入法に基づく埋め込み形三次元光導波路の製造方法の説明図

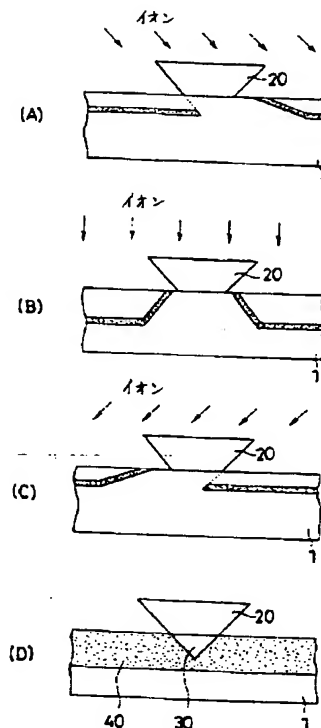
【符号の説明】

- 1・・・基板
- 2、20・・・マスク
- 3、30・・・イオン非注入領域（相対的高屈折率層）
- 4、5、6、40・・・イオン注入層（低屈折率層）

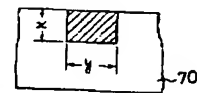
【図1】



【図2】

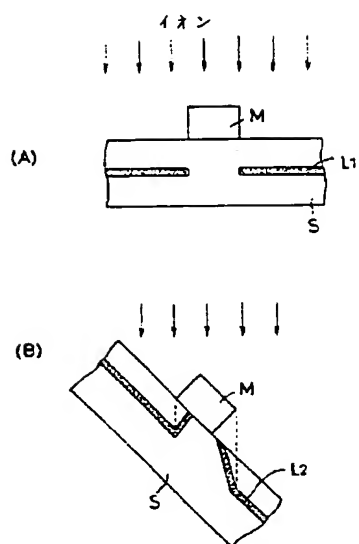


【図4】

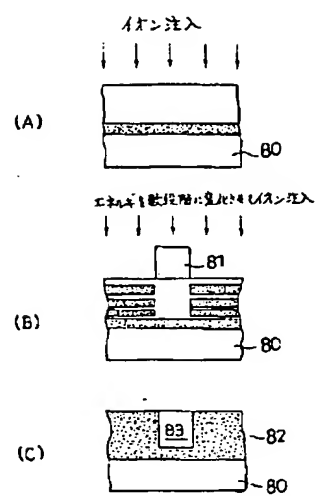


BEST AVAILABLE COPY

【図3】



【図5】



BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**